التمثيل الكارتوغرافي الجيومورفولوجي الرقمي للمنطقة الممتدة من البيضاء إلى مسه شمال الجبل الأخضر

■ د. عوض عبد الواحد عوض محمد*

● تاريخ استلام البحث 2024/06/12م ● تاريخ قبول البحث 2024/08/01م

■ **المستخلص:**

هدفت الدراسة إلى تأسيس قاعدة بيانات كارتوغرافية جيومورفولوجية رقمية للمنطقة الممتدة من البيضاء إلى مسه شمال الجبل الأخضر بليبيا، اعتمادًا على تحليل نماذج الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Models (DEM، بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems (GIS، من خلال تصميم مجموعة من الخرائط الرقمية لخطوط الكنتور والارتفاعات والانحدارات، ورسم قطاعات تضاريسية طولية وعرضية، تُبرز أهم الخصائص الطبوغرافية والجيومورفولوجية للمنطقة، وتحديد أحواض التصريف واستخلاص خصائصها المساحية والمورقومترية، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والأسلوب الكمي، وتوصّلت لعدّة نتائج منها: أن نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) تعتبر بديلًا ناجحًا للخرائط الكنتورية في الدراسات الجيومورفولوجية، لحداثة بياناتها ودقتها العالية؛ وبينت نتائج القياسات المورفومترية للأحواض أن شكلها يميل إلى الاستطالة (تراوحت الاستطالة بين 0.11 - 0.28)، وتتسم بارتفاع نسبة تضرّس أسطحها، (تراوحت بين 28.7 متر/ كم- 38.7 متر/ كم)، وأشارت قيم التكامل الهبسومتري (تراوحت بين -0.07 0.1) إلى أن أحواض التصريف بالمنطقة لا تزال في مرحلة الشباب، وأوضحت دراسة القطاعات الطولية للمنطقة أن سطحها ينحدر تدريجيا من الجنوب إلى الشمال، في حين يبدو انحدار الحافتين الأولى والثانية للجبل شديدًا، وتُظهر القطاعات العرضية لمجاري الأودية التي تخترق الحافتين، انها تبدو أكثر اتساعًا وعمقًا خلال اجتيازها للحافة الثانية مقارنة بنظيراتها على الحافة الأولى.

● **الكلمات المفتاحية:**الخرائط الرقمية، نماذج الارتفاعات الرقمية، نظم المعلومات الجغرافية، أحواض التصريف.

* أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا- كلية الآداب- جامعة عمر المختار Email: Awad. mohamd @omu.edu.ly

■Abstract:

Based on the analysis of Digital Elevation Models (DEMs) using Geographic Information Systems (GIS) software, this study aimed to establish a digital geomorphological cartographic database for the area extending from Al-Bayda to Massah north of Aljabal Alakhdar mountain, Libya. Maps of contour lines, elevations, slopes, and terrain profiles were created to highlight the region's key topographic and geomorphological characteristics. The study also involved identifying drainage basins and extracting their spatial and morphometric properties. Combining a descriptive-analytical approach with a quantitative method led to several conclusions, including the successful use of DEMs in geomorphological research given their accuracy and newness. Morphometric measurements of the examined basins indicated an elongated shape (ranging from 0.11 to 0.28), characterized by a high relief ratio (varying between 38.7 meters/km and 28.7 meters/km). According to the hypsometric integral values (between 0.07 and 0.1), the drainage basins in the area are still in their youthful stage. Additionally, the longitudinal profiles showed a gradual inclination from south to north, with steep slopes at the first and second edges of the mountain. Furthermore, the transverse profiles of the valleys crossing both edges were wider and deeper when passing through the second edge than through the first.

- **Keywords**: Digital Maps, Digital Elevation Models, Geographic Information Systems, Drainage Basins.

■المقدمة:

تُعد الخريطة أداة الجغرافي الأولى التي تمكنه من التعبير عن الظواهر الجغرافية المختلفة (الطبيعية والبشرية)، لما توفره من صورة مرئية لسطح الأرض ككل أو أجزاء منه، ما يسهل فهم العلاقات المتبادلة بين الإنسان وبيئته الطبيعية، وهو ما يمثل جوهر الدراسات الجغرافية، وقد شكلت الخرائط الكنتورية التي تُعنى بتوضيح المظهر الطبوغرافي لسطح الأرض، حتى أواخر القرن الماضي أحد أهم مصادر البيانات في الدراسات الجيومورفولوجية، إلا إن تحليلها يتأثر كثيراً بمدى وضوحها، وحجم مقياس الرسم، وخبرة الباحث وقدرته على قراءة وتفسير الخريطة الكنتورية، وكنتيجة للتطور الكبير في أجهزة الحاسوب والتصوير الجوي والفضائي، خلال تسعينيات القرن الماضي

وأوائل القرن الحالي، ازداد الاهتمام بالبيانات المتدفقة من الأقمار الصناعية في مختلف العلوم، واتجهت الدراسات الجيومورفولوجية إلى استخدام التقنيات الحديثة المتمثلة في الصور الرادارية أو ما يعرف بنماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Models (DEM) وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS) التي أتاحت الفرصة لدراسة مظاهر سطح الأرض بطريقة أكثر شمولية ودقة؛ وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أهمية الاعتماد على الخرائط الرقمية كبديل ناجح للخرائط الورقية، منها دراسة (سعيد، هادي، 2011)، التي هدفت إلى المقارنة بين الخرائط الكنتورية والخرائط الرقمية في تمثيل تضاريس محافظة ديالى العراقية، وتوصلت إلى الخرائط الرقمية المشتقة من تحليل نماذج الارتفاعات الرقمية توفر الكثير من البيانات الدقيقة مقارنة بالطرق التقليدية المعتمدة على الخرائط الكنتورية، ودراسة (الكبير، 2011) التي استهدفت تحديث الخرائط الورقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية: نموذجًا خريطة طرابلس الجيولوجية، وتوصلت إلى إنتاج خرائط رقمية مختلفة، تمثل قاعدة بيانات قابلة للتحديث والاستفادة منها في الدراسات التطبيقية، ودراسة (عنيبة، 2018) عن تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو جنوب مصراتة، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت إلى إنشاء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص المورفومترية للحوض، يمكن الاستفادة منها في الدراسات المائية والبيئية. وتستهدف هذه الدراسة تصميم مجموعة من الخرائط الرقمية التي تُبرز أهم الخصائص الجيومورفولوجية للمنطقة الممتدة من البيضاء ومسه، واعتمادها بديلاً موثوقًا للخرائط الكنتورية مقياس 1:50000 .

■ مشكلة الدراسة:

توفر الخرائط الكنتورية مقياس 1:50000، المعدة من قبل مصلحة الخرائط بسلاح المهندسين التابع للجيش الأمريكي بطريقة المسح الجوي عام 1964، التي جددت بواسطة شركة باسيفيك ايرو سيرفي، تحت إشراف مصلحة المساحة الليبية عام 1977، قاعدة بيانات جيدة عن جيومورفولوجية المنطقة الممتدة من البيضاء إلى مسه، إلا إن تحليلها

يتطلب جهدًا يدويًا يستغرق فترة زمنية طويلة، وتتمثل مشكلة الدراسة في الوقت الطويل الذي تستغرقه الطرق التقليدية في استخلاص وتحليل الخصائص الجيومورفولوجية لسطح الأرض للمناطق ذات المساحات المحددة، بينما تمتاز بيانات الخرائط الرقمية المشتقة نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، المعالجة بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، بالحداثة والدقة العالية والسرعة في الإنجاز، وبالتالي فإن هذه الدراسة تسعى إلى إنشاء قاعدة بيانات كارتوغرافية جيومورفولوجية رقمية للمنطقة الممتدة من البيضاء إلى مسه، وهي نفس المنطقة التي تغطيها الخريطة الكنتورية (لوحة البيضاء) مقياس 1:50000، سعيًا لخدمة مشروعات التنمية والدراسات الهيدرولوجية والبيئية التي قد تستهدف المنطقة.

■ **أهداف الدراسة:**

1. تصميم خرائط رقمية تُبين الملامح الجيومورفولوجية الرئيسية لمنطقة الدراسة.
2. تحديد أحواض التصريف، ورسم شبكاتها المائية بطريقة آلية، وقياس خصائصها المورفومترية.
3. رسم عدد من القطاعات التضاريسية الطولية والعرضية، تُبرز أهم الخصائص الجيومورفولوجية للوحدات التضاريسية بمنطقة الدراسة.
4. بناء قاعدة بيانات كارتوغرافية جيومورفولوجية رقمية، لمنطقة الدراسة.

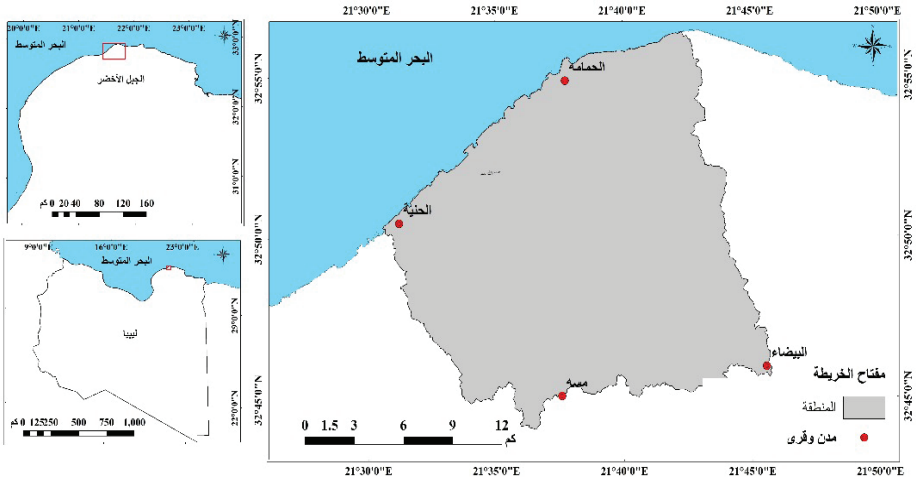
■ **أهمية الدراسة:**

تُبين هذه الدراسة أهمية الاعتماد على التقنيات الحديثة في الدراسات الجيومورفولوجية، المتمثلة في نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) المعالجة بواسطة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، لما توفره من بيانات عالية الدقة يمكن من خلالها اشتقاق وتصميم العديد من الخرائط الرقمية، والقطاعات التضاريسية، التي تبرز أهم الملامح التضاريسية والجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، مقارنة بالطرق التقليدية المتمثلة في الخرائط الكنتورية، التي تعتمد على التحليل اليدوي وتتطلب كثيرًا من الوقت والجهد، وبالتالي فإن هذه الدراسة توفر قاعدة

بيانات كارتوغرافية جيومورفولوجية رقمية، يمكن الاعتماد عليها في إنجاح العديد من المشاريع الهندسية مثل شق الطرق وبناء السدود وغيرها.

■ موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الأوسط من السفح الشمالي لإقليم الجبل الأخضر، وتمتد فلكياً بين دائرتي عرض ″3 ′44 °32، ″22 ′56 °32 شمالاً، وخطي طول ″35 ′30 °21، ″46 ′45 °21 شرقاً، وجغرافيًا تمتد من مدينة البيضاء شرقًا حتى قرية مسه غربًا، ومن ساحل البحر المتوسط شمالًا حتى حوض وادي الكوف جنوبًا، وتبلغ مساحته 332.5 كم^2، انظر الخريطة (1)، وتتألف من أربع وحدات تضاريسية رئيسية هي: (المصطبة الثانية والحافة الثانية والمصطبة الأولى والحافة الأولى والسهل الساحلي).



خريطة (1) موقع منطقة الدراسة

● مصادر البيانات:

شكلت نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) المأخوذة عن القمر الصناعي (ASTER)، بدقة مكانية بلغت 30 مترا، المصدر الرئيسي للبيانات في هذه الدراسة، بالإضافة إلى الخريطة الجيولوجية (لوحة البيضاء) مقياس1:250000، التي أمكن من خلالها تحديد التكوينات الجيولوجية بالمنطقة.

● **المنهج المستخدم:**

1. المنهج الوصفي التحليلي: حيث تم وصف وتحليل الخرائط الرقمية والقطاعات التضاريسية، المشتقة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، بالإضافة إلى وصف أحواض التصريف بالمنطقة وخصائصها المساحية والمورفومترية.

2. الأسلوب الكارتوغرافي: حيث تم تصميم مجموعة من الخرائط الرقمية، واستخدام بعض المعاملات التي تقيس الخصائص الشكلية والتضاريسية وخصائص شبكات التصريف بالأحواض.

■ **أدوات البحث:**

1. نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

2. برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcMap 10.5 .

وتم تطبيق مجموعة من المعاملات المورفومترية على أحواض التصريف التي تزيد مساحتها عن 10كم^2، وتشمل:

1. **أبعاد الأحواض:** وتضم مساحة الحوض Drainage area، وطول الحوض Basin Length، ومتوسط عرض الحوض Basin Width، ومحيط الحوض Perimeter Basin، وتم حسابها جميعًا بطريقة آلية بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

2. **الخصائص الشكلية للأحواض: وتشمل:**

معدل الاستطالة Elongation Ratio = طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض/ أقصى طول للحوض (Schumm، 1956، P. 612) معدل الاستدارة Circularity Ratio = مساحة الحوض كم^2 / مساحة دائرة لها محيط بنفس طول محيط الحوض (Gregory، & Waling، 1973، P.51) معامل شكل الحوض Form Factor = مساحة الحوض كم^2 / مربع طول الحوض كم (Horton، 1932، P. 353) نسبة الطول إلى العرض Length / Width ratio = طول الحوض كم/ متوسط عرض الحوض كم

3. **الخصائص التضاريسية للأحواض: وتشمل:**

نسبة التضرس Relief Ratio = تضاريس الحوض م / طول الحوض كم، (Schumm، 1956، P. 612)

نسبة التقطع Texture Ratio = مجموع أعداد المجاري في الحوض/ محيط الحوض كم (عاشور، 1991، ص 332)

التكامل الهبسومتري Hypsometric Integral = مساحة الحوض كم^2 /

تضاريس الحوض م (مصطفى، 1982، ص 217) 4.

خصائص شبكات التصريف: وتشمل رتب المجاري Stream orders، وأعداد المجاري Stream numbers،

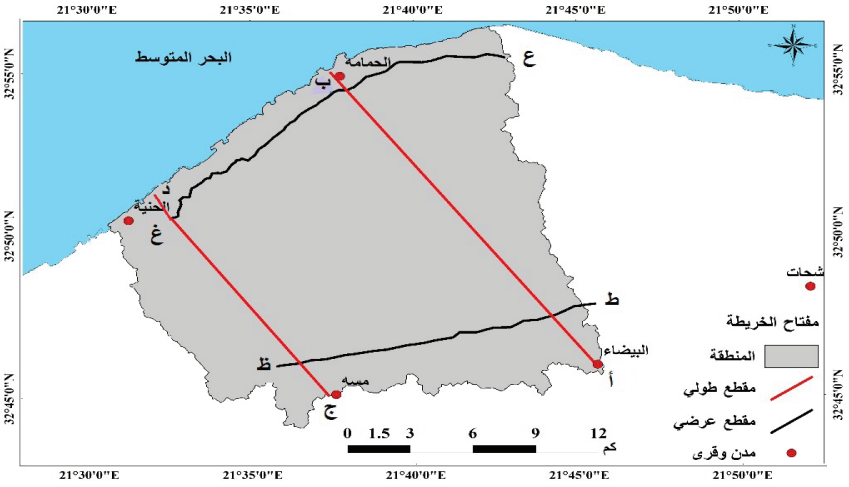
وأطوال المجاري Stream lengthes، وتم حسابها من بواسطة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، بعد تصنيفها وفقًا لطريقة (Strahler 1952)؛ كما تم استخدام المعاملات التالية:

كثافة التصريف Drainage Density = مجموع أطوال المجاري في الحوض كم/

مساحة الحوض كم^2 (Horton، 1932، P. 357)

تكرار المجاري Stream frequency = مجموع أعداد المجاري في الحوض/ مساحة الحوض كم^2 (Horton، 1945، P. 285)

ولما تمثله دراسة القطاعات التضاريسية من أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية، كونها تعطي صورة واضحة عن مظهر سطح الأرض على طول خط القطاع، فقد تم رسم قطاعين طوليين يبرزان الملامح التضاريسية الهامة بالمنطقة، بالإضافة إلى رسم قطاعين عرضيين على طول امتداد الحافتين الأولى والثانية، للتعرف على المظهر العام لمجاري الأودية الرئيسية من حيث اتساعها وعمقها والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها، وتوضح الخريطة (2) مواقع القطاعات التضاريسية المختارة.



خريطة (2) مواقع القطاعات التضاريسية

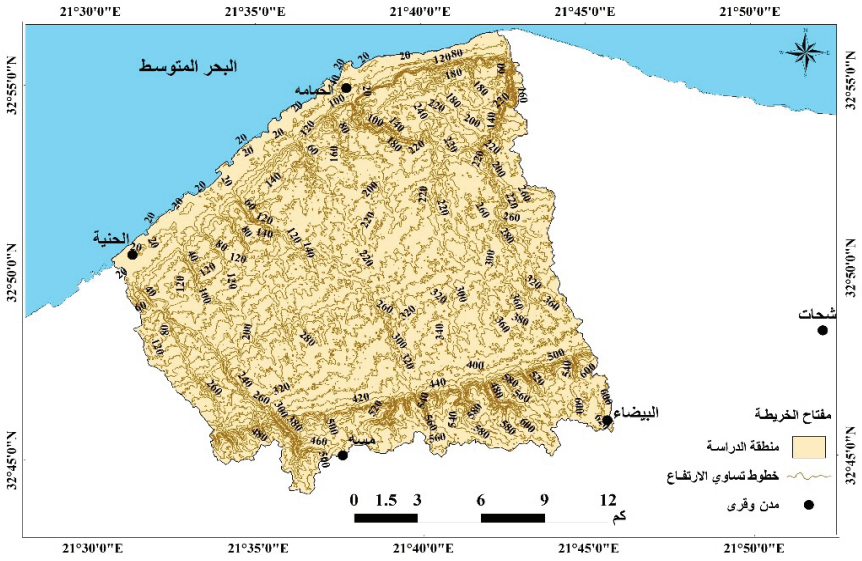
■ مناقشة النتائج:

أظهر التحليل الكارتوغرافي في الجيومورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، عدة نتائج يمكن تفصيلها في المحاور التالية:

● أولًا: الخرائط الرقمية:

تمكنت الدراسة من تصميم مجموعة من الخرائط الرقمية للمنطقة، تُبين أهم خصائصها الطبوغرافية والجيومورفولوجية، وفيما يلي وصف تحليلي لكل خريطة على حدة:

1. **خريطة خطوط الارتفاعات المتساوية:** يتضح من الخريطة (3) أن سطح المنطقة ينحدر بصفة عامة من الجنوب حيث أراضي المصطبة الثانية، إلى الشمال حيث ساحل البحر المتوسط، ويدل تقارب خطوط الكنتور في معظم أجزاء المنطقة على ارتفاع معدلات تضرسها وانحدار سطحها، خاصة عند الحافتين الأولى والثانية، وعلى طول امتداد المجاري الرئيسية للأودية، حيث تتجاوز درجات الانحدار 30°، في حين تبدو أراضي السهل الساحلي قليلة التضرس هينة الانحدار، وتتخللها تلال صخرية متوسطة الارتفاع، خاصة عند ساحلي الحمامة والحنية.

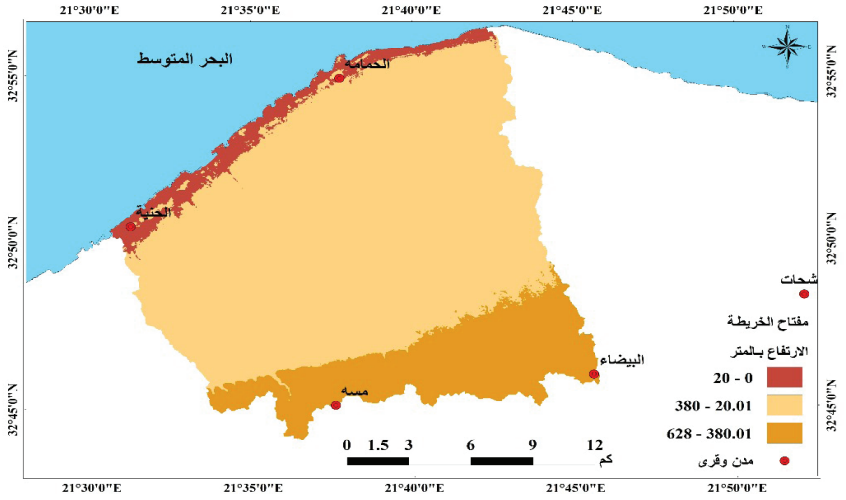


خريطة (3) خطوط الارتفاعات المتساوية في منطقة الدراسة

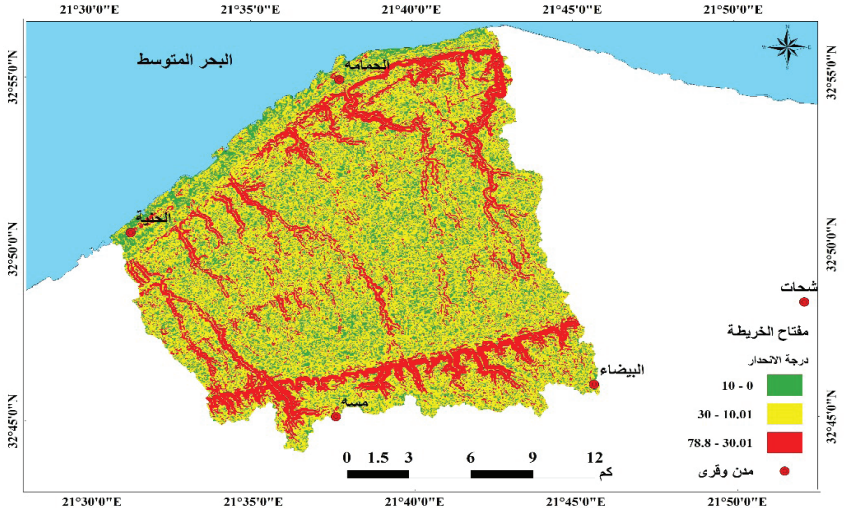
2. **خريطة فئات الارتفاع:** تُبين الخريطة (4) أن الأراضي السهلية (السهل الساحلي) التي يقل ارتفاعها عن 20 مترا الواقعة شمال المنطقة، تبلغ مساحتها 17.7 كم^2 أي ما يعادل 5.3 ٪ من إجمالي مساحة المنطقة، بينما تبلغ مساحة الأراضي التي تمثلها الحافة الأولى والمصطبة الأولى (التي يتراوح ارتفاعها بين 20 مترا و380 متر) 253.3 كم^2 أي ما يعادل 76.2 ٪ من إجمالي المساحة، ما يعني أن معظم مساحة المنطقة تمتد فوق سطح المصطبة الأولى للجبل الأخضر، أما أراضي الحافة الثانية والمصطبة الثانية (التي يتراوح ارتفاعها بين 380 مترا و628 متر) التي تشكل المنابع للعليا للأودية الرئيسية بالمنطقة مثل المملوح والجديد والبيضاء، فتبلغ مساحتها 61.5 كم^2 بنسبة 18.5 ٪ .

3. **خريطة درجات الانحدار:** حسب تصنيف (Young 1972) للمنحدرات، ومن الخريطة (5)، يتبين أن قرابة 64.5 كم^2 من مساحة المنطقة أي ما يوازي 19.4 ٪ هي أراضي ذات انحدار خفيف ومتوسط (أقل من 10°)، في حين شغلت الأراضي التي يتراوح انحدارها بين فوق المتوسط إلى الشديد (10°- 30°) أكثر من نصف

مساحة المنطقة وبلغت 198.3كم^2 بنسبة 59.6 ٪ من إجمالي المساحة، وشغلت الأراضي شديدة الانحدار والجرفية (انحدارها أكثر من 30°) مساحة قدرها 69.7 كم^2 بنسبة 21 ٪ ، وتركزت على امتداد الحافتين الأولى والثانية وعلى طول المجاري الرئيسية بالأحواض.

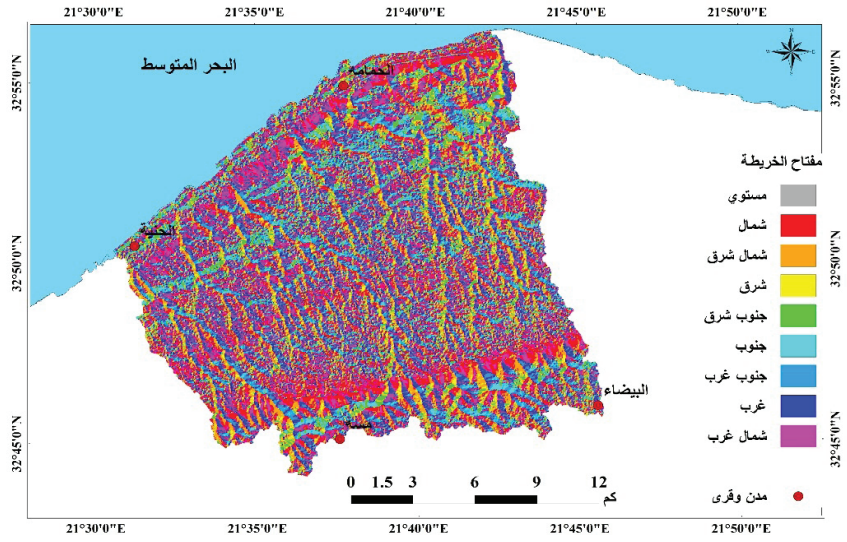


خريطة (4) فئات الارتفاع في منطقة الدراسة



خريطة (5) درجات الانحدار في منطقة الدراسة

4. **خريطة اتجاهات الانحدار:** أظهرت الخريطة الرقمية (6) التي توضح اتجاهات الانحدار، أن الاتجاهات الأكثر شيوعًا لانحدار سطح الأرض بالمنطقة هي (شمال- شمال شرق- شمال غرب) حيث بلغت مساحتها 171.47كم^2 أي ما يوازي 51.7 ٪ من مساحة المنطقة، تليها الانحدارات التي اتجاهها (جنوب- جنوب شرق- جنوب غرب) وبلغت مساحتها 90.34 كم^2 بنسبة 27.2 ٪ .

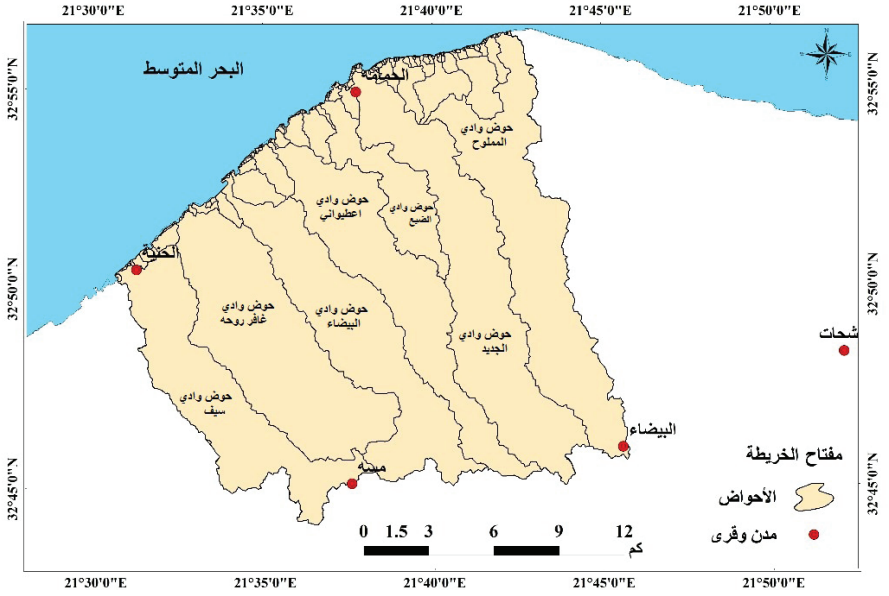


خريطة (6) اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة

ثانيًا: أحواض التصريف بمنطقة الدراسة وخصائصها المساحية والمورفومترية:

1. تضم منطقة الدراسة سبعة أحوض، تزيد مساحتها عن 10كم^2، هي (المملوح- الجديد- الضبع- اعطيواني- البيضاء- غافر روحه - سيف)، خريطة (7)، وهي عبارة عن أحواض طولية مستطيلة الشكل، ويتبين من الجدول (1) أن إجمالي مساحة أحواض التصريف المدروسة يبلغ 302.99 كم^2، أكبرها حوض وادي الجديد، وتبلغ مساحته 55.16 كم^2، وأصغرها حوض الضبع، وبلغت مساحته 15.1 كم^2. ووصل متوسط أطوال الأحواض إلى 16.8 كم، وكان حوض وادي الجديد أطول الأحواض في المنطقة، حيث وصل طوله إلى 21.25 كم، في حين كان حوض الضبع أقصر الأحواض ولم يزد طوله

عن 9.95 كم؛ وبلغ متوسط عرض الأحواض بالمنطقة 2.5 كم، وسجل حوض وادي غافر روحه أعلى قيمة لمتوسط العرض قدرها 3.91 كم، بينما سجل حوض الضبع أقل متوسط عرض وقدره 1.51 كم؛ كما وصل متوسط محيطات الأحواض المدروسة إلى 51.19 كم، وسجل حوض وادي المملوح أطول محيط حوضي وبلغ 65.4 كم، أما أصغر محيط فقد سجل في حوض وادي الضبع وبلغ 31.4 كم.



خريطة (7) أحواض التصريف في منطقة الدراسة

جدول(1) أبعاد الأحواض المدروسة

الأبعاد / الحوض	مساحة الحوض (كم^2)	طول الحوض (كم)	متوسط عرض الحوض (كم)	محيط الحوض (كم)
المملوح	52.76	20.41	2.58	65.4
الجديد	55.16	21.25	2.59	63.7

الأبعاد / الحوض	مساحة الحوض (كم^2)	طول الحوض (كم)	متوسط عرض الحوض (كم)	محيط الحوض (كم)
الضبع	15.1	9.95	1.51	31.4
اعطيواني	41.42	19.6	2.11	56.1
البيضاء	44.37	17.8	2.49	55.32
غافر روحه	53.76	13.72	3.91	42.5
سيف	40.42	15.01	2.69	50.91
المجموع	302.99	-	-	-

●المصدر: من حسابات الباحث اعتمادًا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

2. تبيَّن من دراسة الخصائص الشكلية لأحواض التصريف والمبينة في الجدول (2) ما يلي:

بلغ متوسط قيم معامل الاستطالة (0.41)، ما يشير على أن الأحواض تميل في شكلها إلى الاستطالة، وذلك لأنها أودية صدعية تتبع الانحدار العام لسطح الأرض، وكان حوض وادي اعطيواني أكثر الأحواض استطالة وسجل قيمة قدرها (0.38)، أما أبعد الأحواض عن الاستطالة فكان حوض وادي سيف، وبلغت استطالته (0.47)؛ وبلغ متوسط قيم معامل الاستدارة (0.2)، ما يشير إلى ابتعاد الأحواض عن الشكل المستدير، وسجل حوض وادي المملوح أقل قيمة وبلغت (0.15)، بينما سجل حوض وادي غافر روحه أعلى قيمة وبلغت (0.37)، ويرجع ذلك إلى كبر مساحة، ما ترك الفرصة للروافد الصغيرة للانتشار على جانبي المجرى الرئيسي، وأكدت قيم متوسط شكل الحوض ونسبة الطول إلى العرض الحوضي أن الأحواض المدروسة تميل في شكلها إلى الاستطالة، وكان حوض وادي أعطيواني أكثر الأحواض استطالة وأقلها تناسقًا في شكله، في حين كان حوض وادي غافر أقل الأحواض استطالة، وأكثرها تناسقا في شكله.

جدول (2) الخصائص الشكلية لأحواض التصريف

المعامل المورفومتري / الحوض	معدل الاستطالة	معدل الاستدارة	معامل شكل الحوض	نسبة الطول للعرض
المملوح	0.40	0.15	0.12	7.9
الجديد	0.39	0.17	0.12	8.2
الضبع	0.44	0.19	0.15	6.5
أعطيواني	0.37	0.16	0.11	9.2
البيضاء	0.42	0.18	0.14	7.1
غافر روحه	0.38	0.37	0.28	3.5
سيف	0.47	0.19	0.18	5.5
المتوسط	0.41	0.2	0.15	6.8

• المصدر: من حسابات الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

3. يتضح من دراسة الخصائص التضاريسية للأحواض والمبينة في الجدول (3) ما يلي:

بلغ متوسط قيم نسبة التضرس 32.4 متراً/ كم، بمعنى أنه في كل واحد كيلومتر هناك تضرس قدره 32.4 مترا، وهي قيمة مرتفعة نسبيًا تدل على تضرس سطح الأحواض المدروسة، وقد سجل حوض وادي غافر روحه أعلى نسبة تضرس بلغت 38.7 متراً/ كم، وسُجلت أقل نسبة للتضرس بحوض وادي الضبع وقدرها 28.7 متراً/كم. وبلغ متوسط قيم معامل نسبة التقطع (7.8)، وسجل حوض وادي غافر روحه أعلى قيمة بلغت (11.7) وهو أكثر الأحواض تضرسًا، في حين سجل حوض وادي الضبع أقل قيمة وبلغت 4.8 وهو أقل الأحواض تضرسًا. وبلغت قيمة متوسط قيم التكامل الهبسومتري

(0.07)، ما يشير إلى أن أحواض التصريف بمنطقة الدراسة لم تتجاوز مرحلة الشباب، وسجل حوض وادي غافر روحه أكبر الأحواض مساحة، أعلى قيمة تكامل بلغت (0.1)، وبالتالي هو أكثر الأحواض المدروسة تطورا في دورة التعرية، في حين سجل حوض وادي الضبع، أصغر الأحواض مساحة، أقل قيمة تكامل بلغت (0.05)، أي أنه في مرحلة الشباب المبكر.

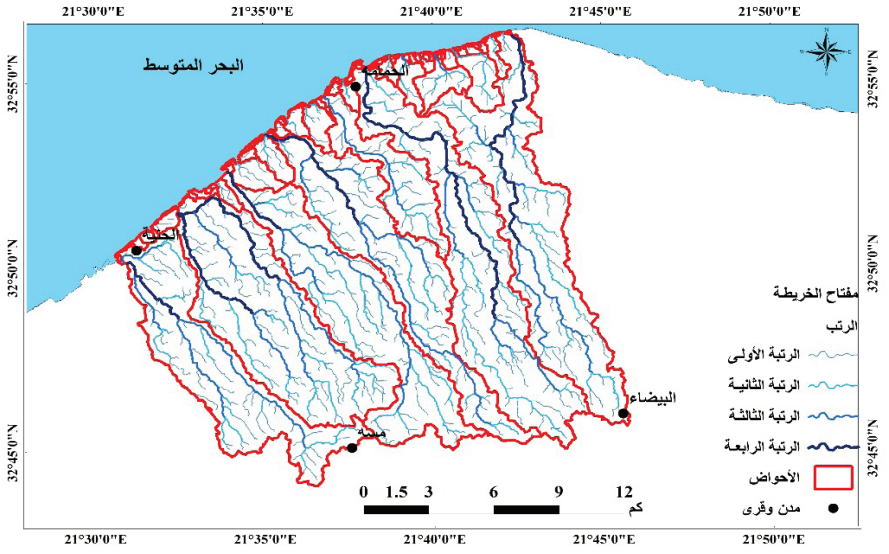
جدول (3) الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف

المعامل المورفومتري / الحوض	أعلى نقطة في الحوض (م)	نسبة التضرس (م/كم)	نسبة التقطع	التكامل الهبسومتري
المملوح	628	30.7	7.6	0.08
الجديد	623	29.3	8.3	0.08
الضبع	286	28.7	4.8	0.05
اعطيواني	613	31.2	7.1	0.06
البيضاء	595	33.4	7.8	0.06
غافر روحه	532	38.7	11.7	0.1
سيف	526	35	7.4	0.07
المتوسط	-	32.4	7.8	0.07

●المصدر: من حسابات الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

4. يُظهر تحليل شبكات التصريف النهري للأحواض المُبين بالخريطة (8) والجدول (4) ما يلي:

وصلت رتبة الأحواض إلى الرتبة الخامسة، وسجلت في جميع الأحواض، عدا حوض وادي الضبع (أصغر الأحواض مساحة)، الذي وصل إلى الرتبة الثالثة، مما يشير لوجود علاقة طردية بين مساحة الأحواض ورتبها النهرية. ووصل متوسط قيم كثافة التصريف في الأحواض إلى 4.31 كم/كم^2 وهي كثافة قليلة نسبيًا، ويرجع ذلك إلى استطالة الأحواض وصغر مساحة منابعها العليا بالنسبة لإجمالي المساحة، وبالتالي تعتبر أحواض منطقة الدراسة كلها ضمن فئة الكثافة الخشنة والتي تقل عن 5 كم/كم^2، وقد سجل حوض وادي الضبع أعلى قيمة لكثافة التصريف بلغت 4.7 كم/كم^2، أما أقل قيمة فقد سجلت في أحوض أودية المملوح وسيف وبلغت 4.1 كم/ كم^2. وبلغ متوسط تكرار المجاري في الأحواض 9.3 مجرى/كم^2، وسجل حوض وادي الضبع أعلى قيمة وبلغت 10.1 مجرى/ كم^2، نتيجة كثرة عدد مجاريه مقارنة بمساحته، بينما سجل حوض وادي غافر روحه أقل قيمة وبلغت 9.3 مجرى/كم^2، وهو أكبر الأحواض مساحة، ما يشير إلى وجود علاقة عكسية بين مساحة الحوض وقيمة معامل تكرار المجاري.



خريطة (8) شبكات التصريف في الأحواض المدروسة

جدول (4) خصائص شبكات التصريف

المعامل المورفومتري / الحوض	مجموع أعداد المجاري	مجموع أطوال المجاري (كم)	كثافة التصريف (كم/كم^2)	تكرار المجاري (مجرى/كم^2)
المملوح	502	220.02	4.1	9.5
الجديد	532	236.12	4.2	9.6
الضبع	153	71.7	4.7	10.1
اعطيواني	401	182.25	4.4	9.6
البيضاء	436	190.4	4.2	9.8
غافر روحه	498	244.11	4.5	9.2
سيف	378	165.81	4.1	9.3
المجموع	2900 مجرى	1310.41 كم	-	-

●المصدر: من حسابات الباحث اعتمادًا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

● ثالثًا: تحليل القطاعات التضاريسية لمنطقة الدراسة:

1. القطاعات العرضية:

أ. القطاع التضاريسي ط- ظ(الحافة الثانية):

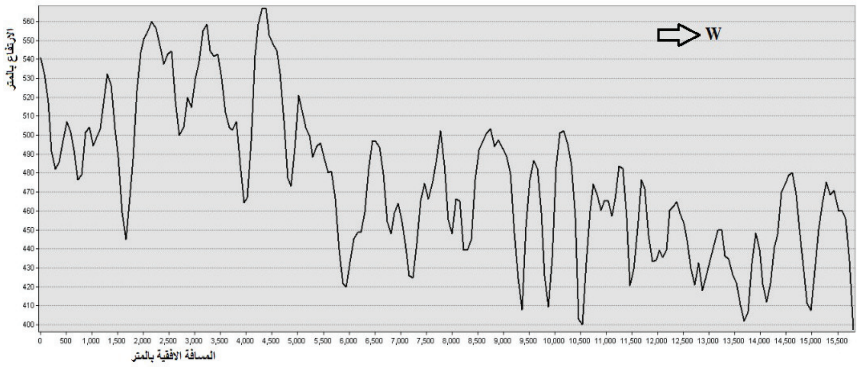
يمتد هذا القطاع على طول الحافة الثانية جنوب منطقة الدراسة، بطول 15 كم، وتبدو فيه القطاعات العرضية للأودية متشابهة في خصائصها الشكلية (عرض الوادي- عمقه- انحدار جانبيه)، ويلاحظ أن الأودية تتطور رأسيًا بدرجة أكبر من درجة تطورها جانبيًا، وهو ما يثبت أنها لا تزال تمر بمرحلة الشباب من دورة التعرية، كما يلاحظ أن

كثيراً من قطاعات الأودية متناسقة في أشكالها وانتظام انحدار جوانبها، ما يشير إلى تجانس التكوينات الجيولوجية على جانبي الوادي، شكل (1).

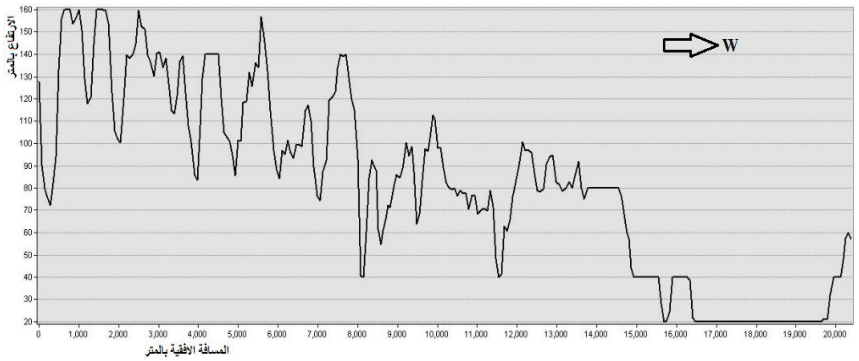
ب. القطاع التضاريسي ع - غ (الحافة الأولى):

يمتد هذا القطاع على طول الحافة الأولى شمال منطقة الدراسة، بطول 20 كم، وتبدو فيه القطاعات العرضية للأودية أقل عرضًا وعمقًا من نظيراتها على الحافة الثانية، شكل (1).

القطاع التضاريسي العرضي ط- ظ (الحافة الثانية)



القطاع التضاريسي العرضي ع- غ (الحافة الأولى)



شكل (1) القطاعات العرضية في منطقة الدراسة

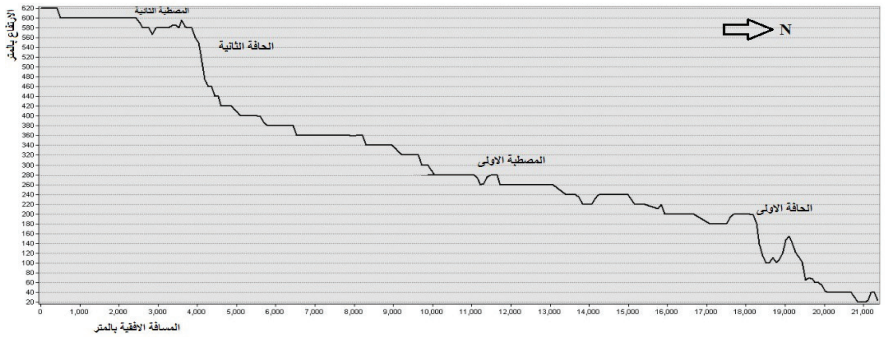
- المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

2. القطاعات الطولية:

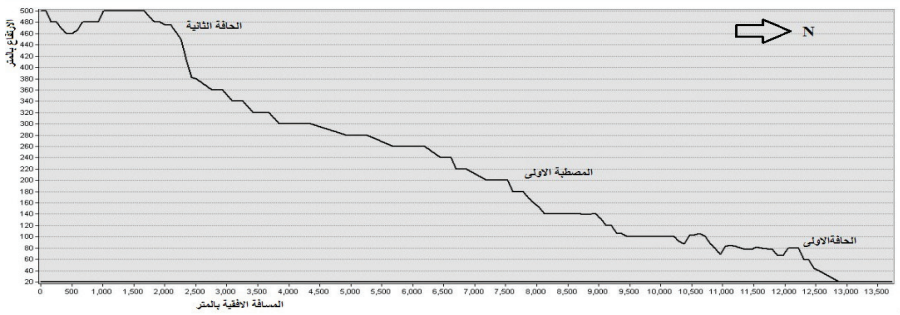
أ . القطاع التضاريسي أ – ب(شرق منطقة الدراسة):

يمثل هذا القطاع تضاريس الجزء الشرقي لمنطقة الدراسة، ويمتد من إحدى القمم البالغ ارتفاعها 620 متراً بمنطقة البيضاء جنوبًا، وحتى البحر المتوسط وتحديدا ساحل خليج الحمامة شمالاً، لمسافة تصل إلى 21 كم، مسجلاً درجة انحدار قدرها 1.77°، شكل (2)، ويتصف بانحداره التدريجي على طول امتداده فوق أراضي المصطبتين الثانية والأولى، حيث يمر بمجموعة من التلال قليلة الارتفاع وبعض مجاري الأودية، بينما يكون انحداره شديدًا عن اجتيازه للحافتين الثانية والأولى.

القطاع التضاريسي الطولي أ– ب (شرق منطقة الدراسة)



القطاع التضاريسي الطولي ج– د (غرب منطقة الدراسة)



شكل (2) القطاعات الطولية في منطقة الدراسة

● المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

ب. القطاع التضاريسي ج - د (غرب منطقة الدراسة):

يمثل هذا القطاع تضاريس الجزء الغربي للمنطقة، ويمتد من منطقة مسه على ارتفاع 500 متر جنوبًا، وحتى منطقة الحنية شمالاً، لمسافة تصل إلى 13 كم، مسجلاً درجة انحدار قدرها 2.3°، شكل (2)، ويتصف بأنه أكثر انحداراً من القطاع السابق خاصة خلال مروره بأراضي المصطبة الأولى، ويزداد انحداره عند اجتيازه للحافة الثانية نتيجة لشدة تضرسها، في حين يبدو المظهر الجيومورفولوجي للحافة الأولى قليل الارتفاع هين الانحدار، مقارنة بمظهرها في القطاع الأول.

■ الخاتمة:

تمكنت هذه الدراسة من توظيف نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، لإنتاج مجموعة من الخرائط الرقمية، للمنطقة الممتدة من البيضاء إلى مسه، تُظهر أهم الملامح التضاريسية والجيومورفولوجية، وتمتاز بياناتها بالحداثة والدقة العالية، وتقترحها بديلاً موثوقًا للخرائط الكنتورية مقياس 1:50000، كما وفرت الدراسة قاعدة بيانات عن الخصائص المساحية والمورفومترية لأحواض التصريف بالمنطقة، يمكن الاستفادة منها في مختلف مشاريع التنمية، التي قد تستهدف المنطقة، وتوصي الدراسة بضرورة تكثيف استخدام التقنيات الحديثة في الدراسات الجيومورفولوجية لما توفره من بيانات رقمية يسهل تحليلها، وتوفر الكثير من الجهد والوقت والتكلفة، ويمكن توظيفها في خدمة الأنشطة البشرية المختلفة.

■ المراجع:

● أولاً: المراجع العربية:

أ. الكتب:

1. عاشور، محمود محمد وآخرون (1991): **وسائل التحليل الجيومورفولوجي**، القاهرة.

ب. الدوريات العلمية:

1. سعيد، هالة محمد، هادي، خلود علي (2011): **الخرائط الرقمية وأهميتها في البحوث**

الجغرافية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد السادس والستون، بغداد، العراق.

2. الكبير، علي عياد، (2011): **تحديث الخريطة الورقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية: خريطة طرابلس الجيولوجية نموذجا**، مجلة كلية الآداب جامعة طرابلس، العدد الثامن عشر، طرابلس، ليبيا.

3. عنيبة، علي عمر امحمد، (2018): **تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية**، مجلة أبحاث، كلية الآداب، جامعة سرت، العدد الثاني عشر، سرت، ليبيا.

ج. الرسائل العلمية:

1. مصطفى، أحمد أحمد (1982): «حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية»، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

● **ثانيًا: المراجع الأجنبية:**

1. Gregory، K.J.، and waling، D.E.، (1973); Drainage Basin form and Process A Geomorphological Approach، London.
2. Horton، R.E.، (1932); Drainage Basin characteristics، Transactions of the American Geographical Union، 13.
3. Horton، R.E.، (1945); Erosional Development of Stream and Their Drainage Age Basins; Hydro physical Approach to Quantitative Morphology، geol. Soc. Amer. Bull.، 56.
4. Sohumm، S.A.، (1956); Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy، New Jersey، Bull. Amer. Geol. 67.
5. Young. A، (1972): Slops، Oliver، and Boyd، Edinburgh.
7. www.jspaces ystemes.or.hP، ASTER Global Digital Elevation Model Version 2- summary of Validation ResuIts، 2011.